

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 39 979 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
B 60 K 23/08  
G 01 P 7/00

DE 199 39 979 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 39 979.4  
⑯ Anmeldetag: 24. 8. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 31. 8. 2000

⑯ Innere Priorität:

199 08 549. 8 27. 02. 1999  
199 08 547. 1 27. 02. 1999

⑯ Anmelder:

Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

⑯ Erfinder:

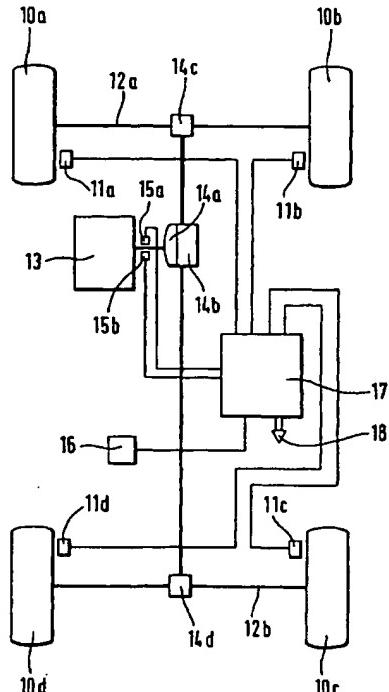
Klusemann, Rainer, 60529 Frankfurt, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 40 02 035 A1  
DE 39 28 903 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs
- ⑯ Ein Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, wobei die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten ermittelt wird, hat die Schritte Ermitteln einer Fahrzeugbeschleunigung aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und/oder aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten, Ermitteln eines Antriebsmoments und/oder Messen der Fahrzeugbeschleunigung mit einem Sensor, vergleichende Betrachtung der ermittelten Fahrzeugbeschleunigung und des Antriebsmoments und/oder der gemessenen Fahrzeugbeschleunigung, und Modifizieren der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der vergleichenden Betrachtung. In einem Verfahren zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, wobei die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten ermittelt und/oder anhand gegebener Werte extrapoliert wird, werden ein oder mehrere Räder vom Antrieb entkoppelt, und die Erkennung erfolgt bezugnehmend auf das Laufverhalten des bzw. der entkoppelten Räder.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche. Ein entsprechendes Ermittlungsverfahren ist aus der DE 197 32 554 bekannt.

Bei allradgetriebenen Fahrzeugen tritt das Problem auf, daß alle Räder Antriebsschlupf aufweisen können, so daß im Antriebsfall kein Maß für die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, die üblicherweise aus den Radgeschwindigkeiten ermittelt wird, vorliegt. Bei einachsig angetriebenen Fahrzeugen kann dieses Problem im Antriebsfall nicht auftreten, da zumindest die nicht angetriebene Achse keinen Antriebsschlupf aufweisen kann. Deren Räder können somit immer als Maß für die Referenzgeschwindigkeit verwendet werden.

Aus der DE 197 32 554 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs bekannt. Hier werden einzelne Radbeschleunigungen zum herrschenden Motormoment in Beziehung gesetzt und untereinander verglichen, um ggf. den Zustand, daß alle Räder durchdrehen, zunächst erkennen und dann Abhilfen treffen zu können. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß aus verschiedenen Gründen die Erkennungsschwellen zur Vermeidung von Fehlernkenntnungen vergleichsweise grob gewählt werden müssen, so daß die Erkennung nicht sehr genau ist. Darüber hinaus ergibt sich aufgrund der getrennten Betrachtung einzelner Radbeschleunigungen ein vergleichsweise hoher Datenverarbeitungsaufwand.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit anzugeben, die zuverlässig und mit geringem Aufwand zu richtigen Ergebnissen führen.

Wenn Situationen auftreten, in denen die Radgeschwindigkeiten alleine nicht mehr zur zuverlässigen Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit ausreichen, werden Ersatzstrategien verwendet. Solche Zustände können vergleichsweise lange andauern, beispielsweise wenn ein Fahrer auf niedrigem Reibwert mit durchdrehenden Rädern fährt oder wenn unter bestimmten Bedingungen bei der Bergfahrt, insbesondere bergab, beschleunigt wird. Die ersatzweise (beispielsweise durch Extrapolation) ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wird dann zunehmend ungenau, und es besteht das Bedürfnis, zum einen zu erkennen, ob der ersatzweise, beispielsweise durch Extrapolation ermittelte Wert noch hinreichend genau ist, und wenn nicht, ggf. anderweitig ein genauereres Signal zu erzeugen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen eine unrichtige Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit erkannt und ggf. in modifizierter Weise ermittelt werden kann. Diese Aufgaben werden mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Neben der Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus den Signalen eines oder mehrerer Radsensoren wird mittelbar oder unmittelbar aus den Radsignalen die Fahrzeugbeschleunigung, insbesondere die Fahrzeuglängsbeschleunigung, ermittelt und diese in einer vergleichenden Betrachtung zu einem Antriebsmoment und/oder zu einer mit einem Sensor gemessenen Fahrzeugbeschleunigung in Beziehung gesetzt. Insbesondere erfolgt eine Plausibilitätsbeurteilung der aus den Radgeschwindigkeiten ermittelten Fahrzeugbeschleunigung. Wenn diese in Anbetracht der ge-

messenen Fahrzeugbeschleunigung oder des Antriebsmoments unplausibel erscheint, wird die aus den Radsensoren ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit modifiziert, beispielsweise indem sie anhand einer Fahrzeugbeschleunigung extrapoliert wird. Insbesondere kann ein zuletzt als richtig angesehener Wert der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit mit einem noch plausiblen Wert der Fahrzeugbeschleunigung extrapoliert werden.

Es kann eine Tabelle vorgesehen sein, die Beschleunigungswerte in Abhängigkeit von einem Antriebsmoment und ggf. auch in Abhängigkeit von der Getriebestufe des Fahrzeugs enthält. Dieser Tabelle können also tabellierte Beschleunigungen nach Maßgabe des Antriebsmoments und ggf. nach Maßgabe der Getriebestufe und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit entnommen werden, wobei diese tabellierte Beschleunigung mit der aus den Radsignalen ermittelten Beschleunigung verglichen wird.

Bei einem Verfahren zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs können ein oder mehrere Räder vom Antrieb entkoppelt werden, wobei die Erkennung der unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bezugnehmend auf das Laufverhalten des bzw. der entkoppelten Räder erfolgt.

Die Entkopplung kann beispielsweise achsweise erfolgen, indem eine Achse durch eine geeignete Mittenkupplung vom Antrieb entkoppelt wird. Die Entkopplung kann in Abhängigkeit von der Fahrsituation des Fahrzeugs erfolgen. Die Erkennung kann insbesondere bezugnehmend auf das Laufverhalten der abgekoppelten Räder unmittelbar nach dem Abkoppeln erfolgen. Es kann der Gradient (Beschleunigung, ggf. negativ) untersucht und insbesondere mit einem Schwellenwert (ggf. ebenfalls negativ) verglichen werden.

Vorzugsweise kommt das Erkennungsverfahren dann zum Einsatz, wenn eine modifizierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wie weiter oben beschrieben insbesondere über längere Zeit hinweg ermittelt wurde. Es kann dann überprüft werden, inwieweit die modifizierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit noch der tatsächlichen Geschwindigkeit entspricht. Wird die modifizierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit als unrichtig erkannt, kann ein abgeändertes Verfahren zur Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit herangezogen werden, beispielsweise indem die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus den Radsensorsignalen der dann abgekoppelten Räder bestimmt wird.

Nachfolgend werden einzelne Ausführungsformen der Erfindung bezugnehmend auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines Fahrzeugs, in dem die Erfindung implementiert sein kann;

Fig. 2 ein schematisches Blockdiagramm einer Ermittlungsvorrichtung;

Fig. 3 eine beispielhafte Tabelle;

Fig. 4 ein Blockdiagramm einer Erkennungsvorrichtung, und

Fig. 5 ein schematisches Diagramm eines Verfahrens zur Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit.

Fig. 1 zeigt schematisch Komponenten eines Fahrzeugs. 10a-d sind die Räder des Fahrzeugs, 11a-d die den jeweiligen Rädern zugeordneten Radsensoren, die Signale betreffend die Radgeschwindigkeit und andere Daten liefern. 12a ist die Vorderachse, 12b die Hinterachse. 13 ist der Antrieb, insbesondere der Motor. 14a ist das Schaltgetriebe, 14b das Mittengetriebe. 14c und 14d sind Differentielle in den Achsen. 15a ist ein Drehzahlsensor, 15b ein Drehmomentensor, beide am Abtrieb des Motors. 16 ist ein (optional vorgesehener) Beschleunigungssensor. 17 ist eine Auswertevorrichtung, die einzelne Komponenten bzw. Vorrichtungen

enthalten kann. Sie kann die Bremsen- und die Motorregelung umfassen. Sie erzeugt Ausgangssignale 18 für (nicht gezeigte) Stellglieder wie Radbremsen, Drosselklappe, usw. Die Vorrichtung 17 empfängt die Signale der genannten Sensoren und ermittelt aus ihnen neben vielerlei Größen und Signalen die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, die ihrerseits in vielen Komponenten der Vorrichtung 17 benötigt wird.

Fig. 2 zeigt als schematisches Blockdiagramm eine Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit. 21 ist eine erste Ermittlungseinrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten. Sie kann in bekannter Weise arbeiten. Leitung 21a symbolisiert die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$ . 22 ist eine zweite Ermittlungseinrichtung, die die Fahrzeugbeschleunigung  $A_{ref}$  ermittelt, hier aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$ . 22a symbolisiert  $A_{ref}$ .

23 symbolisiert eine dritte Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Antriebsmoments. Sie wird Signale vom Sensor 15b beispielsweise am Motorabtrieb empfangen und diese je nach Notwendigkeit aufbereiten bzw. weiterleiten. 24 und 25 bilden zusammen eine Vergleichseinrichtung für eine vergleichende Betrachtung der ermittelten Fahrzeugbeschleunigung  $A_{ref}$  und des Antriebsmoments  $M_{mot}$ , das durch Leitung 23a symbolisiert ist. Vergleichbare Größen können erzeugt werden, indem beispielsweise in einem Speicher 24 Beschleunigungswerte gespeichert und dann nach Maßgabe des Motormoments  $M_{mot}$  als tabellierte Beschleunigung  $A_{tab}$  über Leitung 24a ausgelesen und in einem Vergleicher 25 mit der Fahrzeugreferenzbeschleunigung  $A_{ref}$  22a verglichen werden. 24b symbolisiert eine Adressiereinrichtung für den Speicher 24. Die Adressiereinrichtung 24b kann auf den Speicher nach Maßgabe des Motormoments auf Leitung 23a zugreifen. Weitere Einflußgrößen können die Getriebestufen (symbolisiert durch Leitung 23b) und die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  (symbolisiert durch die Verlängerung der Leitung 21a) sein.

Im Vergleicher 25 werden die tabellierte Beschleunigung  $A_{tab}$  und die Fahrzeugreferenzbeschleunigung  $A_{ref}$  miteinander verglichen. Ergibt der Vergleich unplausible Werte (insbesondere  $A_{ref} > A_{tab}$ ), wird dies als Hinweis auf eine unrichtige Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  verstanden, und eine Modifizierungseinrichtung 26 wird entsprechend aktiviert, um eine modifizierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{mod}$  auf Leitung 26a zur weiteren Verwendung auszugeben. Erfolgt keine Modifizierung, wird auf Leitung 26a  $V_{ref}$  ausgegeben.

Das Antriebsmoment  $M_{mot}$  kann beispielsweise das Motorabtriebsmoment (entsprechend dem Eingangsmoment des Schaltgetriebes) sein oder es kann das Ausgangsmoment des Schaltgetriebes sein. Wenn der Einfluß des Schaltgetriebes berücksichtigt werden muß, kann die Information über die Getriebestufe (Leitung 23b) entweder durch Drehzahlbetrachtungen (Motordrehzahl im Vergleich zur Raddrehzahl) oder durch Auswerten eines expliziten Signals (beispielsweise bei Automatikgetriebe) erzeugt werden.

In bestimmten Ausführungsformen kann anstelle der tabellierten Beschleunigung  $A_{tab}$  auch eine unabhängig gemessene Fahrzeugbeschleunigung, beispielsweise aus einem Sensor,  $A_{sens}$ , symbolisiert durch Leitung 16a, zum Vergleich im Vergleicher 25 herangezogen werden. Auch oder statt dessen kann eine gemessene Beschleunigung  $A_{sens}$  zur Extrapolierung einer Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  zum Erhalt der modifizierten Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{mod}$  verwendet werden.

Bevor nachfolgend bezugnehmend auf Fig. 3 eine Ausführungsform der Tabelle 24 erläutert wird, werden kurz die

physikalischen Hintergründe dargestellt:

Beim Durchdrehen aller Räder (beispielsweise auf Niedrigwert) zeigen alle RadSENSOREN Radgeschwindigkeiten an, die deutlich über der Fahrzeuggeschwindigkeit liegen. Demzufolge wird auch die aus den RadSENSORSIGNALEN ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  zu hoch liegen. Auch die daraus ermittelte Fahrzeugreferenzbeschleunigung  $A_{ref}$  wird zu hoch sein. Andererseits spiegelt entweder das Motormoment  $M_{mot}$  23a oder die gemessene Fahrzeuggeschleunigung  $A_{sens}$  reale Verhältnisse und insbesondere niedrigere Beschleunigungen wider. Denn wenn alle Räder durchdrehen ("Abreißen"), sinkt das Antriebsmoment (das vom Motor abgegebene Moment), da "nur" der Antriebsstrang zu beschleunigen und die Reibungskraft zwischen Rad und Fahrbahn zu überwinden ist, aber nicht mehr das Fahrzeug mit seiner hohen Masse beschleunigt werden muß. Deshalb kann aus Motormoment ggf. in Verbindung mit Getriebestufe und Fahrzeuggeschwindigkeit auf plausible/mögliche Fahrzeuggeschleunigungen beispielsweise unter Verwendung einer Tabelle geschlossen werden, die dann zum Vergleich mit der sich mittelbar aus den RadSENSORSIGNALEN ergebenden Fahrzeuggeschleunigung  $A_{ref}$  verwendet werden können.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der Tabelle 24. Sie tabelliert Beschleunigungen  $A_{tab}$  in Abhängigkeit von Motormomenten  $M_{mot}$ . Gezeigt sind auf die Fallbeschleunigung  $g$  ( $= 9,81 \text{ m/s}^2$ ) normierte Werte. Die möglichen Momentenwerte  $M_{mot}$  sind in Bereiche unterteilt. Für diese Bereiche sind maximal mögliche Fahrzeuggeschleunigungen angegeben. Mit steigendem Motormoment  $M_{mot}$  steigt auch die jeweils tabellierte Beschleunigung  $A_{tab}$ . Eine Ausnahme in der Tabellierung ist für sehr niedrige Antriebsmomentenwerte (insbesondere für Schleppmomente, negatives Antriebsmoment, Motor wirkt als Bremse) vorgesehen. Hier sind wieder höhere Beschleunigungswerte angegeben. Damit wird der Möglichkeit Rechnung getragen, daß eine eventuell zu tief liegende Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit vorliegen kann. Im nicht angetriebenen Fall ( $M_{mot} < 0$ ) kann durch die gezeigte vergleichsweise hohe Wahl der Beschleunigung die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wieder schnell an die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit herangeführt werden, wenn der tabellierte Wert dann zum Extrapolieren der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit herangezogen wird.

Die Tabelle der Fig. 3 hat als weiteren Eingang außerdem die Getriebestufe des Fahrzeugs. Gleiche Antriebsmomente  $M_{mot}$  führen bei unterschiedlichen Getriebestufen zu unterschiedlichen Beschleunigungen. Für höhere Getriebestufen sind niedrigere Beschleunigungswerte  $A_{tab}$  tabelliert. Der mögliche Motormomentenbereich kann in drei oder mehr Bereiche (insbesondere fünf oder mehr Bereiche) unterteilt sein. Jeder Getriebestufe kann eine einzelne Tabellen "zeile" zugeordnet sein. Innerhalb einer Getriebestufe kann auch noch nach Maßgabe der Fahrzeuggeschwindigkeit unterschieden werden.

Um bei Lastwechseln, z. B. beim Schalten des Schaltgetriebes, aus der Überdrehphase die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit jedoch nicht fälschlicherweise anzuheben, kann beim Übergang des Motormoments zu Werten kleiner Null noch für einen gewissen Zeitraum (z. B. 200–400 ms) weiter mit der kleinsten möglichen Beschleunigung der jeweiligen Gangstufe (in Fig. 3, 2. Spalte von rechts) die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit durch Extrapolation modifiziert werden.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeuggeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs. Es können dabei gleiche bzw. modifizierte Komponenten wie in Fig. 2 verwendet werden. 40 ist eine vierte Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Fahr-

zeugreferenzgeschwindigkeit. Sie kann beispielsweise insgesamt des Bezugszeichen 20 aus Fig. 2 umfassen (Komponenten 21 bis 26), oder sie kann nur für die erste Ermittlungseinrichtung 21 stehen. Sie kann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bezugnehmend auf die Radsignale von den Sensoren 11a-d und ggf. auch extrapoliert ermitteln und über Leitung 40a zur weiteren Verwendung ausgeben. 41 bezeichnet einen Teil einer Abkoppeleinrichtung, mit der ein oder mehrere Räder, beispielsweise die Räder einer Achse, vom Fahrzeugantrieb abgekoppelt werden können. Die Einrichtung 41 kann mit beispielsweise einer Mittenkupplung 14b im Fahrzeug zusammenwirken, indem sie das Öffnen der Mittenkupplung 14b veranlaßt, so daß eine der Achsen, beispielsweise die Hinterachse, vom Antrieb abgekoppelt wird. Sofern diese Räder nicht gebremst sind, können sie dann frei abrollen.

Die Abkopplung von Rädern vom Antriebsstrang kann nach Maßgabe von Fahrzuständen und ggf. entsprechenden Zeitverläufen im Fahrzeug, die in einer Erkennungseinrichtung 42 überprüft bzw. erkannt werden, veranlaßt werden. 20 Die Erkennungseinrichtung 42 empfängt hierzu die verschiedenen Signale 43, die auch die Radsignale und weitere Sensorsignale sowie interne Steuerungssignale umfassen können. Sie kann auch die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit 40a bzw. die modifizierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit empfangen.

Wenn bestimmte Bedingungen herrschen, wird mittels Einrichtung (Leitung) 41 das Öffnen der Mittenkupplung 14b veranlaßt. Es können dann die Radsignale der abgekoppelten Räder in ihrem Laufverhalten überwacht werden. Dies geschieht in der Überwachungseinrichtung 44, die mit denjenigen Radsignalen beaufschlagt wird, die von den abgekoppelten Rädern stammen. Ein schnelles Absinken der jeweiligen Raddrehzahlen ist ein Hinweis darauf, daß bisher Antriebsschlupf vorlag. Somit kann beispielsweise überprüft werden, ob der Gradient (Radbeschleunigung) eines oder mehrerer abgekoppelter Räder nach der Abkopplung negativer als ein negativer Schwellenwert ist.

Im weiteren Verlauf kann dann beispielsweise so verfahren werden, daß die Signale der noch angetriebenen Räder ausgeblendet werden (symbolisiert durch Schalter 45) und die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit lediglich bezugnehmend auf die Radsignale der frei laufenden Räder ermittelt wird. In der Ermittlungseinrichtung 40 käme dementsprechend eine modifizierte Ermittlungsstrategie zum Einsatz.

Das Abkoppeln von Rädern eines allradgetriebenen Fahrzeugs vom Antriebsstrang zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit kann insbesondere in den folgenden Situationen sinnvoll sein:

1. Die bezugnehmend auf alle Radsignale ermittelte oder extrapolierte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit (z. B. auf Leitung 26a in Fig. 2) liegt oberhalb der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Folge ist eine zu unempfindliche Antriebsschlupfregelung. Das Fahrzeug ist instabil bzw. nicht lenkfähig.
2. Die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit liegt unterhalb der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Folge ist z. B. eine zu empfindliche Antriebsschlupfregelung, da sich für die Regelung Antriebsschlupf zeigt, 60 der tatsächlich nicht vorhanden ist.

Zu 1.: Die Situation kann bei niedrigen Fahrbahnreibwerten (nasse Fahrbahn, Glatteis) auftreten. Alle Räder drehen durch und zeigen somit eine tatsächlich nicht vorhandene hohe Fahrzeuggeschwindigkeit an. Beim Abkoppeln einer Achse vom Antrieb werden die abgekoppelten Räder binnen kurzen abgebremst und nehmen eine Drehgeschwindigkeit

entsprechend der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit an. Dies stellt sich als negativer Gradient der Radgeschwindigkeit nach der Abkopplung des Rads vom Antrieb dar. Es muß dann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit hin zu kleineren Werten korrigiert werden. Zur Erkennung dieser Situation können mehrere oder alle der nachfolgend genannten Bedingungen abgefragt werden:

- Aktivierung der Antriebsschlupfregelung; dieses Kriterium weist darauf hin, daß Antriebsschlupf erkannt wurde.
- Die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit wird schon nicht mehr bezugnehmend auf die Radsignale ermittelt, sondern modifiziert, beispielsweise wie oben erwähnt extrapoliert. Dieses Kriterium liefert einen Hinweis darauf, daß die Radmuster unplausibel hohe Werte zeigen.
- Die tatsächliche Fahrzeugbeschleunigung (beispielsweise aus Tabelle gemäß Fig. 3 oder gemessen durch Sensor) ist kleiner als ein niedriger Schwellenwert (z. B. < 0,2g). Dieses Kriterium liefert einen Hinweis auf niedrigen Reibwert.
- Der Radschlupf ist größer als eine Schwelle (z. B. entsprechend 1,5 km/h). Durch dieses Kriterium wird der Antriebsfall erkannt.
- Die Antriebsschlupfregelung des Motors bewirkt seit einer bestimmten Zeitdauer ununterbrochen Momentenzugabe (z. B.  $t > 1$  s), während gleichzeitig Nierigebiwert erkannt wurde, oder sie befindet sich ununterbrochen in der Momentenreduktion ( $t > 2$  s).

Vorzugsweise werden mehrere oder alle obigen Kriterien UND-verknüpft abgefragt.

Zu 2.: Die genannte Situation kann bei Bergabfahrten mit niedrigem Motormoment auftreten, wenn die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit mit niedrigen Beschleunigungswerten, beispielsweise aus Tabelle 3 extrapoliert würde. Bei Bergabfahrten ist das Motormoment nicht bestimmd für die Fahrzeugbeschleunigung, und auch ein Längsbeschleunigungssensor gibt nicht die tatsächliche Fahrzeugbeschleunigung wider. Die ermittelte Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit kann dadurch hinter der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit zurückbleiben. Wenn eine solche Situation vorliegt, wird sich beim Abtrennen von Rädern vom Fahrzeugantrieb deren Drehgeschwindigkeit nach dem Abtrennen nur unwesentlich ändern, da sie keinen Antriebsschlupf aufwiesen. In diesem Fall wird dann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit zur Anpassung an die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit zu höheren Werte hin korrigiert. Zur Erkennung dieser möglichen Situation, also zum Verlassen des Abkoppelns von Rädern vom Antrieb, können mehrere oder alle der nachfolgend genannten Bedingungen überprüft werden, wobei diese vorzugsweise für einen Mindestzeitraum (z. B. 300 ms oder mehr) erfüllt sein sollten:

- Bei Vorhandensein eines Längsbeschleunigungssensors ist dessen Beschleunigungssignal um eine Schwelle kleiner als die aus den Radsignalen ermittelte Fahrzeugreferenzbeschleunigung. Dies gibt einen Hinweis auf Bergfahrt.
- Das Motormoment muß größer als Null sein. Dies gibt einen Hinweis auf den Antriebsfall, der Motor wirkt nicht als Motorbremse.
- Die Radbeschleunigungen und/oder die Radgeschwindigkeiten aller Räder müssen stabiles Radverhalten zeigen (Radbeschleunigungen kleiner als Schwellenwert). Es können dadurch Antriebsschlupfsituationen ("Abreißen") von Rädern ausgeklammert

werden.

- Die Radgeschwindigkeiten der Räder müssen oberhalb der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit liegen.

Die Abtrennung dauert vorzugsweise nicht länger als 5 2000 ms. Die Zeitdauer der Abtrennung des bzw. der Räder vom Antriebsstrang kann 300 bis 1000 ms betragen.

Wenn in den obigen Situationen 1. oder 2. eine unrichtige Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit erkannt wurde, kann eine veränderte Ermittlungsstrategie herangezogen werden. Beispielsweise kann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit dann bezugnehmend auf das Laufverhalten und insbesondere bezugnehmend auf die Radgeschwindigkeiten der abgekoppelten Räder ermittelt werden, da diese, sofern nicht gebremst wird, vergleichsweise schnell eine Drehgeschwindigkeit entsprechend der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit annehmen (Fall 1.) oder schon haben (Fall 2.).

**Fig. 5** zeigt schematisch ein Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit, das die oben beschriebenen Strategien kombiniert. Nach dem Beginn des Verfahrens werden bestimmte Bedingungen (Bed. 1) im Schritt 51 überprüft. Solange diese erfüllt sind, wird im Schritt 52 die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit  $V_{ref}$  aus den Radgeschwindigkeiten  $\omega_1$  bis  $\omega_4$  aller vier Räder des Fahrzeugs bestimmt. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, werden im Schritt 53 weitere Bedingungen überprüft. Wenn diese erfüllt sind, wird im Schritt 54 die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit nicht mehr zumindest ausschließlich bezugnehmend auf die Radgeschwindigkeiten ermittelt. Beispielsweise kann sie ausgehend von zuletzt plausiblen Werten extrapoliert werden. Sind auch die Bedingungen im Schritt 53 nicht erfüllt, können einzelne Räder, beispielsweise die Räder einer Achse, vom Fahrzeugantrieb im Schritt 55 abgekoppelt werden und dann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bezugnehmend auf die Radsignale der abgekoppelten Räder ermittelt werden.

Die Abfrage im Schritt 51 kann beispielsweise durch die Komponenten 23 bis 25 in **Fig. 2** vorgenommen werden. Die Bestimmung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit gemäß Schritt 52 würde in der Einrichtung 21 erfolgen, die Bestimmung gemäß Schritt 54 durch Aktivieren der Modifikationseinrichtung 26 in **Fig. 2**. Die Bedingungen im Schritt 53 können in der Einrichtung 42 in **Fig. 4** implementiert sein.

Nach dem Entkoppeln können die Laufverhalten der entkoppelten Räder im Schritt 56 überprüft werden. Beim Vorliegen bestimmter Kriterien wird entweder weiter der extrapolierte Wert (Schritt 54) genommen, oder es wird  $V_{ref}$  zukünftig bezugnehmend auf die Radgeschwindigkeiten der abgekoppelten Räder ermittelt.

Die Abfrage im Schritt 56 kann in der Einrichtung 44 implementiert sein, die in Abhängigkeit von der Fahrensituationserkennung in der Erkennungseinrichtung 42 unterschiedliche Abfragen an den Radsignalen vornehmen kann. Die Bestimmung gemäß Schritt 57 entspricht der modifizierten Referenzgeschwindigkeitsermittlung in der vierten Ermittlungseinrichtung 40 bezugnehmend auf lediglich zwei Radsignale.

Die in **Fig. 5** gezeigten Schritte können auch Komponenten einer Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens symbolisieren.

Die Implementierung der genannten Verfahren kann in einer geeignet programmierten computergestützten Steuerung erfolgen.

65

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzge-

schwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, wobei die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten ermittelt wird, gekennzeichnet durch die Schritte

- Ermitteln einer Fahrzeugbeschleunigung aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und/oder aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten,
- Ermitteln eines Antriebsmoments und/oder Messen der Fahrzeugbeschleunigung mit einem Sensor,
- vergleichende Betrachtung der ermittelten Fahrzeugbeschleunigung und des Antriebsmoments und/oder der gemessenen Fahrzeugbeschleunigung, und
- Modifizieren der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der vergleichenden Betrachtung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der vergleichenden Betrachtung aus einer Tabelle nach Maßgabe des Antriebsmoments eine tabellierte Beschleunigung gelesen und diese mit der ermittelten Beschleunigung verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tabelle für steigende Antriebsmomente steigende tabellierte Beschleunigungen enthält, wobei sie jedoch für sehr niedrige Antriebsmomente und/oder für Schleppmomente vergleichsweise hohe tabellierte Beschleunigungen enthalten kann.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsmoment das Motorabtriebsmoment ist und daß das Auslesen aus der Tabelle auch nach Maßgabe der Getriebestufe erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Tabelle für höhere Getriebestufen niedrigere tabellierte Beschleunigungen enthält.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Modifizieren der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit erfolgt, wenn die ermittelte Beschleunigung größer als die tabellierte Beschleunigung ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Modifizierung die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit mit der tabellierten oder einer mit einem Sensor gemessenen Beschleunigung extrapoliert wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in einem mit einer beeinflußbaren Mittenkupplung ausgerüsteten Fahrzeug ausgeführt wird.

9. Verfahren zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, wobei die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten ermittelt und/oder anhand gegebener Werte extrapoliert wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Räder vom Antrieb entkoppelt werden und die Erkennung bezugnehmend auf das Laufverhalten des bzw. der entkoppelten Räder erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Entkopplung in Abhängigkeit von der Fahrensituation des Fahrzeugs erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung der Fahrensituation mehrere der folgenden Kriterien abgefragt werden können:

- Aktivierung einer Antriebsschlupfregelung,
- Extrapolierung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit,
- Antriebsmoment und/oder gemessene Fahr-

- zeugbeschleunigung,  
 - ein oder mehrere Räder zeigen Antriebsschlupf,  
 - Art der Antriebsmomentenbeeinflussung durch  
 eine Antriebsschlupfregelung  
 . - Stabilität des Laufverhaltens der Räder,  
 - Vergleich einer oder mehrerer Radgeschwin-  
 digkeiten mit der Fahrzeugreferenzgeschwindig-  
 keit.
12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkopplung kürzer als 2 Sekunden andauert. 10
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Erkennung auf das Laufverhalten der abgekoppelten Räder nach dem Abkoppeln Bezug genommen wird. 15
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gradient der Drehzahl der abgekoppelten Räder betrachtet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine unrichtige Fahrzeugreferenzge- 20 schwindigkeit erkannt wird, wenn der Gradient negativer als ein negativer Schwellenwert ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Referenzge- 25 schwindigkeit während einer bestimmten Dauer modifiziert wird, diese mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14 überprüft wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn auf eine unrichtige Fahrzeug- 30 referenzgeschwindigkeit erkannt wird, diese bezugnehmend auf das Laufverhalten des bzw. der entkoppelten Räder ermittelt wird.
18. Vorrichtung (20) zur Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, mit einer ersten Ermittlungseinrichtung (21) zur 35 Ermittlung der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren Radgeschwindigkeiten, gekennzeichnet durch
- eine zweite Ermittlungseinrichtung (22) zum Ermitteln einer Fahrzeugbeschleunigung aus der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit und/oder aus einer oder mehreren 40 Radgeschwindigkeiten,
- einer dritten Ermittlungseinrichtung (23) zum Erstellen eines Antriebsmoments,
- einer Vergleichseinrichtung (24, 25) für eine vergleichende Betrachtung der ermittelten Fahrzeugbeschleu- 45 nigung und des Antriebsmoments, und einer Modifizierungseinrichtung (26) zum Modifizieren der Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der vergleichenden Betrachtung. 50
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch einen Speicher (24) zum Speichern einer Tabelle, wobei bei der vergleichenden Betrachtung aus der Tabelle nach Maßgabe des Antriebsmoments eine tabellierte Beschleunigung gelesen und diese mit der ermittelten Beschleunigung in einem Vergleicher (25) der Vergleichseinrichtung verglichen wird. 55
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem mit einer beeinflußbaren Mittenkupplung ausgerüsteten Fahrzeug eingesetzt wird. 60
21. Vorrichtung zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit eines allradgetriebenen Fahrzeugs, mit einer Einrichtung (40), die die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit aus einer oder mehreren 65 Radgeschwindigkeiten ermittelt und/oder anhand gebener Werte extrapoliert wird, gekennzeichnet durch
- eine Entkoppeleinrichtung (41-43), die die Entkopplung eines oder mehrerer Räder vom Antrieb veranlaßt, und
- eine Erkennungseinrichtung (44) zur Erkennung einer unrichtigen Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit bezugnehmend auf das Laufverhalten des bzw. der entkoppelten Räder.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch eine Überprüfungseinrichtung (42) zur Überprüfung der Fahrsituation des Fahrzeugs.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung (44) eine Gradientenbildungseinrichtung zur Bildung des Gradienten der Drehzahl der abgekoppelten Räder aufweist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

Fig. 1

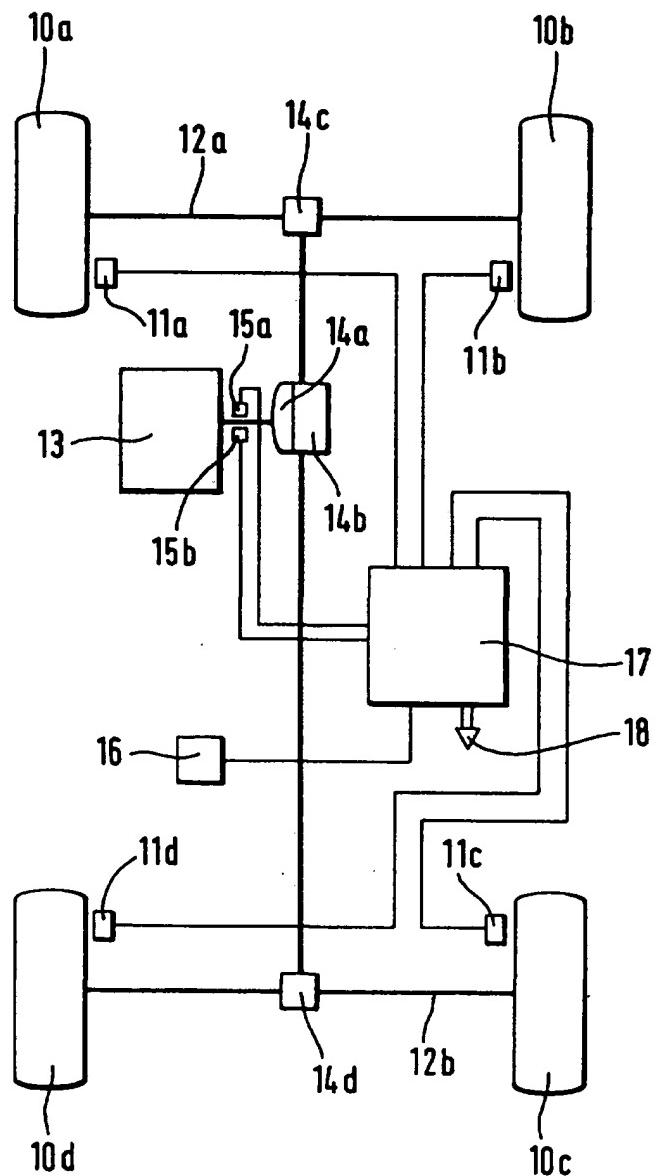


Fig. 2

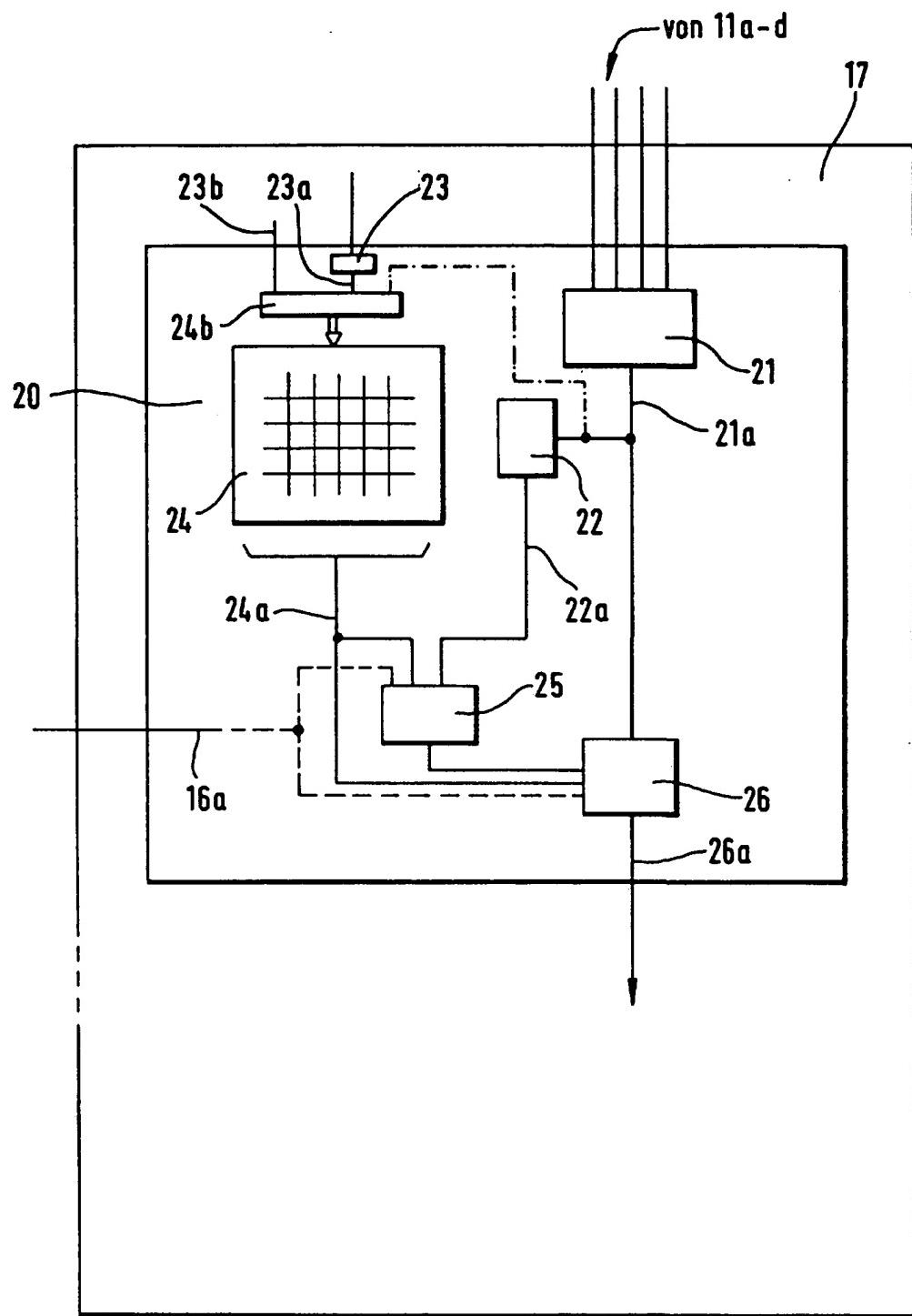


Fig. 3

	$M_{mot}$					
	$\geq 200$	$< 200$	$< 140$	$< 85$	$< 40$	$\leq 0$
Gangstufe	1. Gang $v < 15 \text{ km/h}$	0,7g	0,55g	0,28g	0,17g	0,08g
	1. Gang $v \geq 15 \text{ km/h}$	0,5g	0,43g	0,28g	0,17g	0,08g
	2. Gang	0,3g	0,22g	0,17g	0,13g	0,06g
	3. Gang	0,2g	0,17g	0,13g	0,08g	0,05g
	$\geq 4.$ Gang	0,13g	0,10g	0,08g	0,05g	0,03g
						0,14g

Fig. 4

von 11a-d

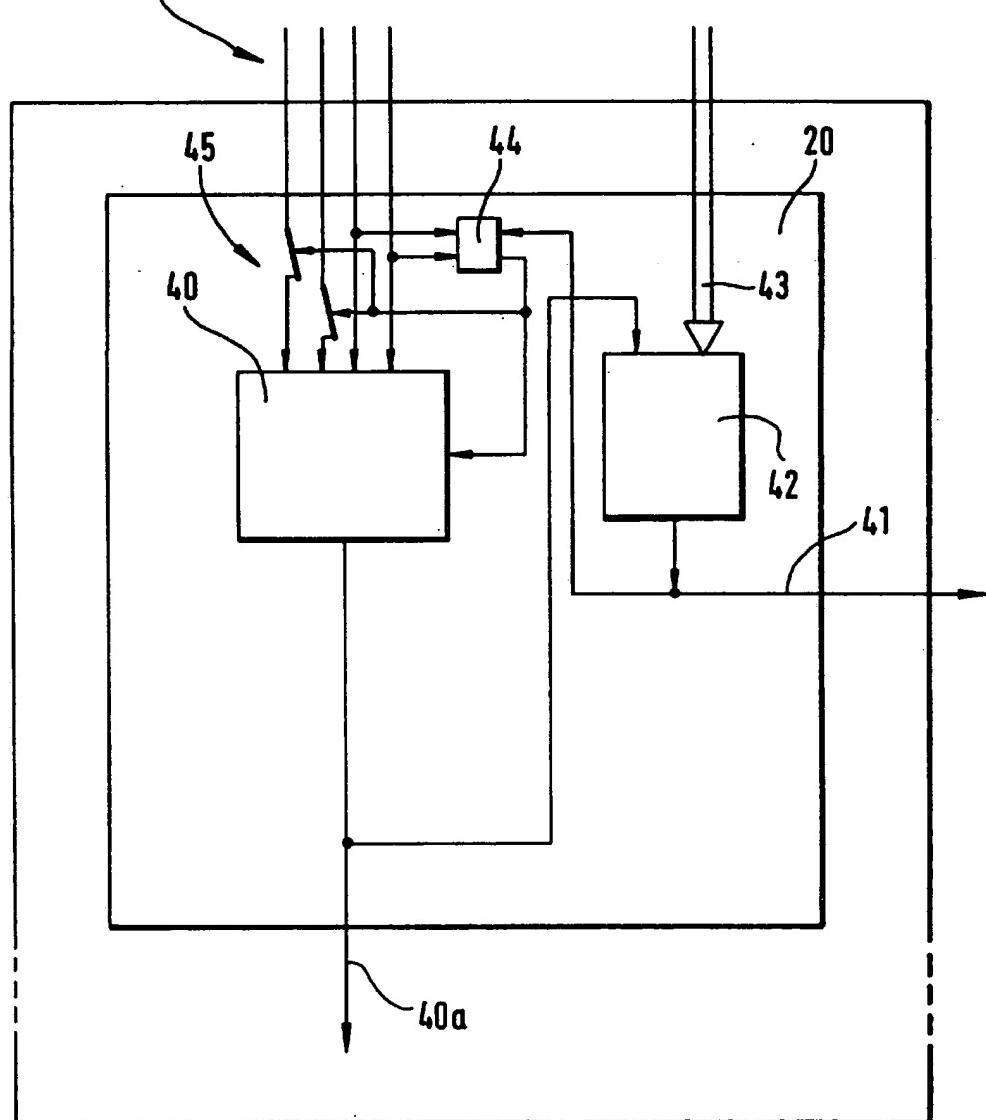


Fig. 5

